

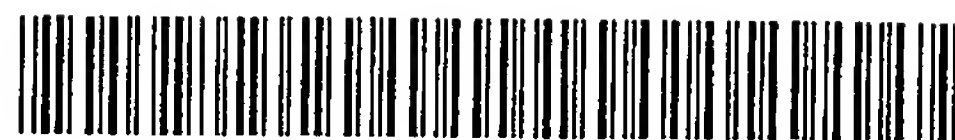
(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 156 124 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
21.11.2001 Patentblatt 2001/47

(51) Int Cl.7: C21B 7/10, F27B 1/24,  
F27D 1/12

(21) Anmeldenummer: 01109911.6

(22) Anmeldetag: 24.04.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: KM Europa Metal Aktiengesellschaft  
D-49023 Osnabrück (DE)

(72) Erfinder: Hörnschemeyer, Wolfgang  
49082 Osnabrück (DE)

(30) Priorität: 19.05.2000 DE 10024587

### (54) Kühlplatte und Verfahren zur Herstellung einer Kühlplatte

(57) Die Erfindung betrifft eine Kühlplatte zur Verwendung bei der inneren Verkleidung von metallurgischen Öfen, insbesondere Schmelz- oder Schachtöfen, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Kühlplatte. Die Kühlplatte weist einen Plattenkörper (2) aus einem Kupferwerkstoff mit integrierten Kühlmittelkanälen (3) auf. Zu deren Herstellung wird ein mit Kanälen (7) verse-

hener Rohblock (6) mit einer gegenüber der Enddicke ( $D_2$ ) des Plattenkörpers (2) größeren Ausgangsdicke ( $D_1$ ) bereit gestellt. Anschließend wird eine walzende Verformung des Rohblocks (6) mit einer Reduzierung der Ausgangsdicke ( $D_1$ ) bis zur Enddicke ( $D_2$ ) des Plattenkörpers (2) unter Verformung der Querschnitte ( $Q_1$ ) der Kanäle (7) vorgenommen. Hierbei erhalten die Kühlmittelkanäle (3) länglich runde Endquerschnitte ( $Q_2$ ).

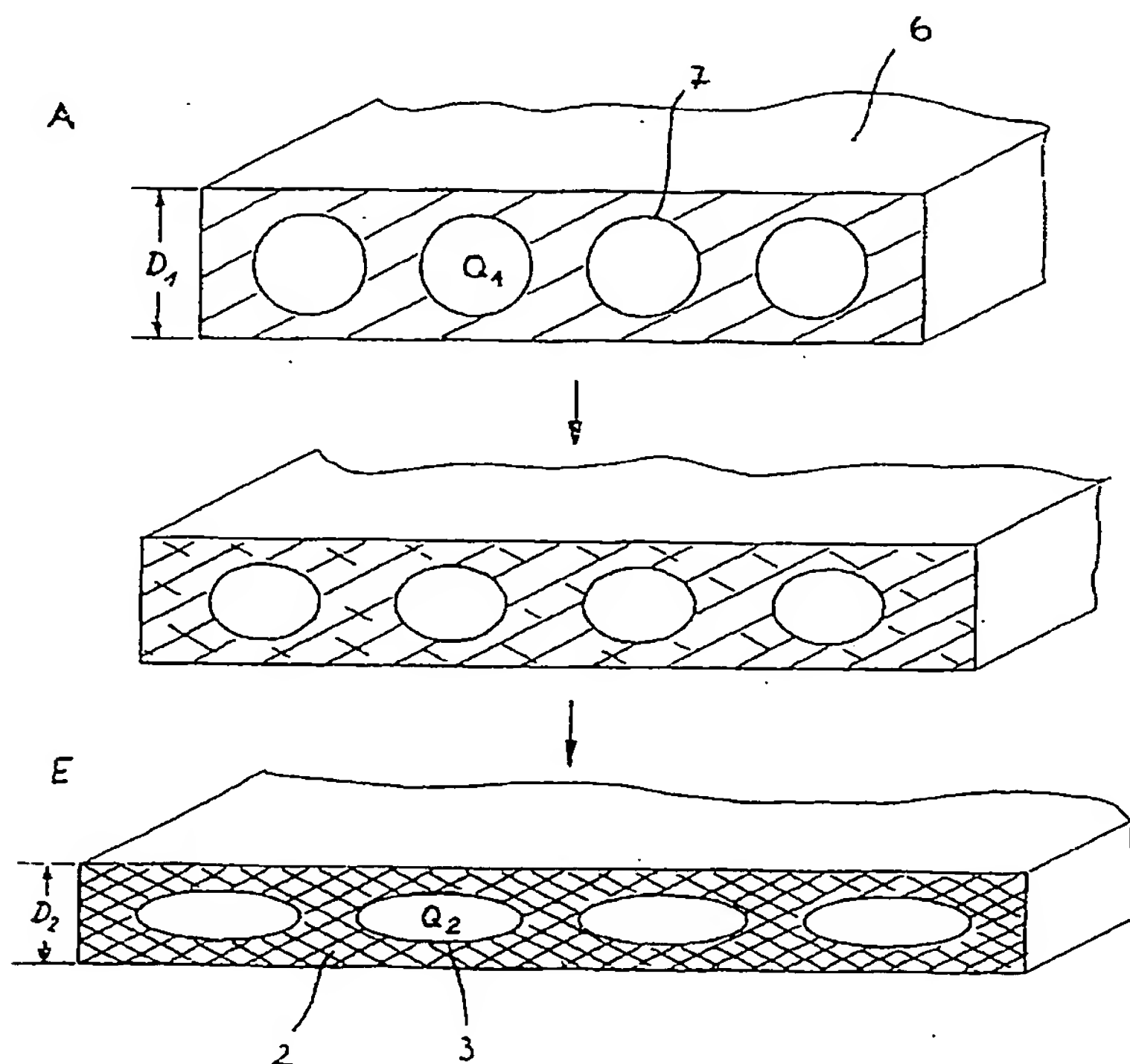


Fig. 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einerseits eine Kühlplatte zur Verwendung bei der inneren Verkleidung von metallurgischen Öfen, insbesondere Schmelz- oder Schachtofen, gemäß den Merkmalen im Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Andererseits richtet sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung einer Kühlplatte entsprechend den Merkmalen im Oberbegriff des Patentanspruchs 5.

[0003] Metallurgische Öfen sind zur thermischen Isolierung mit einer austauschbaren inneren metallischen Verkleidung versehen, an der isolierende Stoffe aus einem feuerfesten Material, wie z.B. Schamotte, befestigt sein können. Die innerhalb der Öfen herrschenden Temperaturen sind so hoch, daß eine Kühlung der Verkleidung erforderlich ist. In diesem Zusammenhang kommen Kühlplatten mit integrierten Kühlmittelkanälen zum Einsatz. Derartige Kühlplatten sind üblicherweise zwischen dem Ofenmantel und der Ofenausmauerung angeordnet und an das Kühlsystem des Ofens angeschlossen. Auf der dem Ofeninneren zugewandten Seite sind die Kühlplatten in der Regel mit feuerfestem Material versehen.

[0004] Es sind Kühlplatten bekannt, bei denen die Kühlmittelkanäle durch in Gußeisen eingegossene Rohre gebildet werden. Diese Kühlplatten haben eine geringe Wärmeabfuhr infolge der geringen Wärmeleitfähigkeit des Gußeisens und wegen des Widerstands zwischen den Kühlrohren und dem Plattenkörper, verursacht durch eine Oxidschicht oder einen Luftspalt.

[0005] Eine wesentlich bessere Wärmeleitfähigkeit als Grauguß besitzen Kupfer und Kupferlegierungen. In diesem Zusammenhang offenbart die DE 29 07 511 C2 eine Kühlplatte für Schachtofen, die aus Kupfer oder einer niedrig legierten Kupferlegierung besteht und aus einem geschmiedeten oder gewalzten Kupferblock gefertigt ist. Bei dieser Bauart befinden sich durch mechanisches Tiefbohren erzeugte Kühlmittelkanäle im Inneren der Kühlplatte. Die in die Kühlplatte eingebrachten Kühlmittelkanäle werden durch Einlöten oder Einschweißen von Gewindestopfen abgedichtet. Auf der Rückseite der Kühlplatte befinden sich Zulaufbohrungen zu den Kühlmittelkanälen, die an für die Kühlmittelzufuhr bzw. Kühlmittelabfuhr erforderliche Stutzen geschweißt bzw. gelötet sind.

[0006] Durch die DE 198 01 425 A1 zählt es ferner zum Stand der Technik, Kühlmittelkanäle durch mechanisches Abtragen von Material in eine Kühlplatte einzubringen und das so erzeugte Kanalbild mit einer Abdeckplatte abzudecken. Hierzu muß die Abdeckplatte an der Kühlplatte dicht festgelegt werden. Diese Vorgehensweise ist jedoch insbesondere wegen der notwendigen Schweißarbeiten nachteilig.

[0007] Hinsichtlich der Kühlmittelkanäle haben sich solche mit nicht runden, d.h. ovalen bzw. länglich runden Querschnitten bewährt, weil diese eine größere

Wärmeübertragungsfläche bereit stellen. In diesem Zusammenhang sind gegossene Kühlplatten aus Kupferwerkstoff mit nicht runden Kühlmittelkanälen bekannt. Diese weisen jedoch den Nachteil auf, daß der Werkstoff grobkörnig und inhomogen ist. Hieraus resultiert eine schlechtere Wärmeleitfähigkeit und die Gefahr einer frühen Werkstoffermüdung. Nachteilig ist ferner, daß Werkstoffgefügefehler oder -schäden, wie Mikrorisse an der gegossenen Kühlplatte nur schwer zu ermitteln sind.

[0008] Der Erfindung liegt daher - ausgehend vom Stand der Technik - die Aufgabe zugrunde, eine qualitativ verbesserte Kühlplatte mit gesteigerter Kühlwirkung und hohem Wirkungsgrad zu schaffen sowie ein Verfahren für eine kostengünstige Fertigung einer Kühlplatte mit Kühlmittelkanälen aufzuzeigen.

[0009] Die Lösung des gegenständlichen Teils dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0010] Eine solche Kühlplatte ist durch einen Plattenkörper charakterisiert, der unter Formgebung der Endquerschnitte der Kühlmittelkanäle dickenreduziert ist und ein Feinkorngefüge mit einer mittleren Korngröße kleiner als 10 mm aufweist.

[0011] Der Plattenkörper kann aus einem gekneteten Kupferwerkstoff (Knetlegierung) mit Feinkorngefüge bestehen. Denkbar ist aber auch Walz- oder Gußmaterial. Auch wenn grundsätzlich eine warme Verformung des Kupferwerkstoffs möglich ist, wird erfindungsgemäß eine kombinierte Kalt/Warmverformung, insbesondere eine walztechnische Dickenreduktion, bevorzugt.

[0012] Als besonders vorteilhaft wird eine Korngröße kleiner 5 mm, vorzugsweise zwischen 0,005 mm und 2 mm, angesehen (Patentanspruch 2).

[0013] Gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 3 besitzen die Kühlmittelkanäle mit dem in der Dicke reduzierten Plattenkörper einen ovalen, d.h. länglich runden Endquerschnitt. Hierdurch ist eine optimierte Wärmeübertragungsfläche zur Abfuhr der Wärme bzw. Kühlung der Kühlplatte sichergestellt.

[0014] Nach den Merkmalen des Patentanspruchs 4 kann der Plattenkörper einseitig Nuten zur Aufnahme von feuerfestem Material aufweisen.

[0015] Die erfindungsgemäße Kühlplatte zeichnet sich durch eine verbesserte Kühlung und ein gleichmäßigeres Wärmeprofil auf der der Ofeninnenseite bzw. der Schmelze zugewandten Fläche aus. Das Feinkorngefüge verbessert die Wärmeleitfähigkeit wesentlich. In der Kombination mit insbesondere länglich runden Endquerschnitten der Kühlmittelkanäle ist eine Reduktion der Wanddicke der Kühlplatte möglich. Die Kühlwirkung ist erheblich verbessert. Zudem kann eine Materialersparnis erreicht werden.

[0016] Verfahrensmäßig wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale gemäß Patentanspruch 5 gelöst.

[0017] Danach ist vorgesehen, daß zunächst ein Rohblock aus einem Kupferwerkstoff mit einer gegenüber der Enddicke des Plattenkörpers größeren Aus-

gangsdicke bereit gestellt wird. Der Rohblock kann aus einer Knetlegierung, aus Gußmaterial oder aus Walzmaterial bestehen. Dieser Rohblock wird anschließend durch mindestens einen Verformungsschritt in der Dicke reduziert, und zwar auf die Enddicke des Plattenkörpers. Das Reduzieren kann durch Walzen, Schmieden, Pressen oder Drücken erfolgen. Auch eine Kombination dieser Verfahrensarten ist vorstellbar. Vor dem Erreichen der Enddicke werden in den Rohblock oder in den Plattenkörper Kühlmittelkanäle eingebracht, das heißt, die Kühlmittelkanäle können schon vorab im Rohblock vorhanden sein oder sie werden im Zuge der Dickenreduzierung hergestellt. Hierbei ist eine stufenweise Herstellung unter gleichzeitiger Veränderung ihrer Querschnitte denkbar.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren ist fertigungstechnisch rationell sowie kostengünstig und liefert eine qualitativ hochwertige Kühlplatte mit einem Plattenkörper, der sich durch ein Gefüge mit einer mittleren Korngröße kleiner 10 mm auszeichnet. Durch die Verformung kann ein noch feineres Gefüge mit Korngrößen zwischen 0,005 mm und 2 mm erreicht werden.

[0019] Der auf die Enddicke reduzierte Plattenkörper kann letztlich mittels einer Ultraschallwerkstoffprüfung auf Gefügefehler oder etwaige Schäden untersucht werden.

[0020] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung wird in den Merkmalen des Patentanspruchs 6 gesehen. Hierbei werden in den Rohblock oder in den Plattenkörper vor dem Erreichen der Enddicke Kanäle mit einem kreisrunden Querschnitt eingebracht. Das Herstellen der Kanäle kann mit allen bekannten Verfahrensmaßnahmen erfolgen. Wird dann der Rohblock oder der Plattenkörper auf die Enddicke verformt, werden die Querschnitte der Kanäle ebenfalls verformt, und zwar oval, mithin länglich rund. Diese Querschnitte tragen mit zu einer Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit bei.

[0021] Eine besonders vorteilhafte Fertigungsmaßnahme besteht in den Merkmalen des Patentanspruchs 7. In diesem Fall wird zunächst ein Rohblock durch Kaltwalzen hinsichtlich seiner Ausgangsdicke reduziert.

[0022] Dadurch erhält der Kupferwerkstoff ein umkristallisiertes feines Korngefüge, bei dem die typische Erstarrungsstruktur des Kupfergußes des Rohblocks weitgehend oder vollständig beseitigt ist.

[0023] Anschließend werden in den in der Dicke reduzierten Rohblock Kanäle mit kreisrunden Querschnitten eingebracht.

[0024] Dieser Rohblock wird dann in mindestens einem Arbeitsschritt durch Warmwalzen auf die Enddicke reduziert, wobei die runden Querschnitte der Kanäle zu wämetechnisch vorteilhaften ovalen Querschnitten der Kühlmittelkanäle verformt werden.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die kostengünstige Herstellung einer qualitativ hochwertigen Kühlplatte mit hohem Wirkungsgrad und verbesserter Kühlung. Gegenüber den bekannten Kühl-

platten aus grobkörnigem Kupferwerkstoff ist eine Reduktion der Wanddicke möglich. Dies führt zu einer Werkstoff- und Kosteneinsparung.

[0026] Die Kanäle im Rohblock oder im Plattenkörper können gemäß Patentanspruch 8 mechanisch tiefgebohrt werden.

[0027] Denkbar ist aber auch, daß die Kanäle nach Patentanspruch 9 schon in den Rohblock eingegossen werden.

[0028] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 in perspektivischer Darstellung eine Kühlplatte und

Figur 2 technisch vereinfacht den Verfahrensablauf bei der Herstellung einer Kühlplatte in drei Fertigungssituationen.

[0029] Die Figur 1 zeigt in perspektivischer Darstellung eine Kühlplatte 1 zur Verwendung bei der inneren Verkleidung von metallurgischen Öfen, insbesondere Schmelz- oder Schachtofen, wie Hochöfen, Reduktionsanlagen oder Lichtbogenöfen.

[0030] Die Kühlplatte 1 umfaßt einen Plattenkörper 2 aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, in den ovale (länglich runde) Kühlmittelkanäle 3 integriert sind. Der Kupferwerkstoff des Plattenkörpers 2 besitzt ein Feinkorngefüge mit einer mittleren Korngröße kleiner 10 mm. Als besonders vorteilhaft wird eine Korngröße kleiner 5 mm, vorzugsweise zwischen 0,005 mm und 2 mm angesehen.

[0031] Auf einer Seite 4 weist der Plattenkörper 2 nachträglich in diesen eingebrachte Nuten 5 zur Aufnahme von feuerfestem Material auf.

[0032] Die Fertigung eines Plattenkörpers 2 ist anhand der Figur 2 schematisch verdeutlicht. A zeigt den Ausgangszustand, E gibt den Endzustand wieder.

[0033] Zunächst wird ein gegossener Rohblock 6 aus einem Kupferwerkstoff bereit gestellt. In den Rohblock 6 sind Kanäle 7 mechanisch tiefgebohrt. Man erkennt, daß die Kanäle 7 im Ausgangszustand A im wesentlichen kreisrunde Querschnitte  $Q_1$  besitzen.

[0034] Der Rohblock 6 weist ein verhältnismäßig grobes Korngefüge auf. Seine Ausgangsdicke  $D_1$  ist größer als die Enddicke  $D_2$  des späteren Plattenkörpers 2. In einem mindestens einstufigen Walzvorgang wird die Ausgangsdicke  $D_1$  des Rohblocks 6 bis zur Enddicke  $D_2$  des Plattenkörpers 2 reduziert. Dies erfolgt unter Verformung der Querschnitte  $Q_1$  der Kanäle 7 auf Endquerschnitte  $Q_2$ , welche, wie vorerwähnt, oval also länglich rund sind. Bei der walzenden Umformung, fachsprachlich auch Knetverformung genannt, erhält der Plattenkörper 2 ein Feinkorngefüge in dem vorerwähnten Korngrößenbereich.

[0035] Das Verfahren ermöglicht eine kostengünstige Fertigung einer qualitativ hochwertigen Kühlplatte 1 mit

verbesserter Kühlung bei gleichmäßigem Wärmeprofil der hitzebeaufschlagten Flächen. Hierdurch ist eine Reduzierung der Wanddicke einer Kühlplatte 1 gegenüber herkömmlichen Kühlplatten mit einem grobkörnigen Gefüge möglich.

[0036] Besonders vorteilhaft ist die Kühlplatte 1 auch, weil in der Praxis eine ultraschalltechnische Werkstoffprüfung zur Detektion von Gefügeschwachstellen oder Fehlern möglich ist. Schwachstellen können so frühzeitig erkannt werden, ohne daß es im Betrieb zu Ausfällen und nachteiligen Betriebsstillständen kommt.

#### Bezugszeichenaufstellung:

[0037]

- 1 - Kühlplatte
- 2 - Plattenkörper
- 3 - Kühlmittelkanäle
- 4 - Seite von 2
- 5 - Nuten in 4
- 6 - Rohblock
- 7 - Kanäle
- A - Ausgangszustand
- E - Endzustand
- $Q_1$  - Querschnitte von 7
- $Q_2$  - Endquerschnitte von 3
- $D_1$  - Ausgangsdicke von 6
- $D_2$  - Enddicke von 2

#### Patentansprüche

1. Kühlplatte zur Verwendung bei der inneren Verkleidung von metallurgischen Öfen, insbesondere Schmelz- oder Schachtöfen, welche einen Plattenkörper (2) aus einem Kupferwerkstoff mit integrierten Kühlmittelkanälen (3) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Plattenkörper (2) unter Formgebung der Endquerschnitte ( $Q_2$ ) der Kühlmittelkanäle (3) dickenreduziert ist und der Kupferwerkstoff des Plattenkörpers (2) ein Feinkorngefüge mit einer mittleren Korngröße kleiner 10 mm aufweist.
2. Kühlplatte nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Korngröße kleiner 5 mm, vorzugsweise zwischen 0,005 mm und 2 mm, bemessen ist.
3. Kühlplatte nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Endquerschnitte ( $Q_2$ ) der Kühlmittelkanäle (3) oval sind.
4. Kühlplatte nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Plattenkörper (2) einseitig Nuten (5) zur Aufnahme von feuerfestem Material aufweist.

5. Verfahren zur Herstellung einer einen Plattenkörper (2) aufweisenden Kühlplatte (1), **dadurch gekennzeichnet, daß** zunächst ein Rohblock (6) aus einem Kupferwerkstoff mit einer gegenüber der Enddicke ( $D_2$ ) des Plattenkörpers (2) größeren Ausgangsdicke ( $D_1$ ) bereit gestellt wird, und daß danach durch mindestens einen Verformungsschritt die Ausgangsdicke ( $D_1$ ) des Rohblocks (6) auf die Enddicke ( $D_2$ ) des Plattenkörpers (2) reduziert wird, wobei vor dem Erreichen der Enddicke ( $D_2$ ) Kühlmittelkanäle (3) im Rohblock (6) oder im Plattenkörper (2) hergestellt werden.

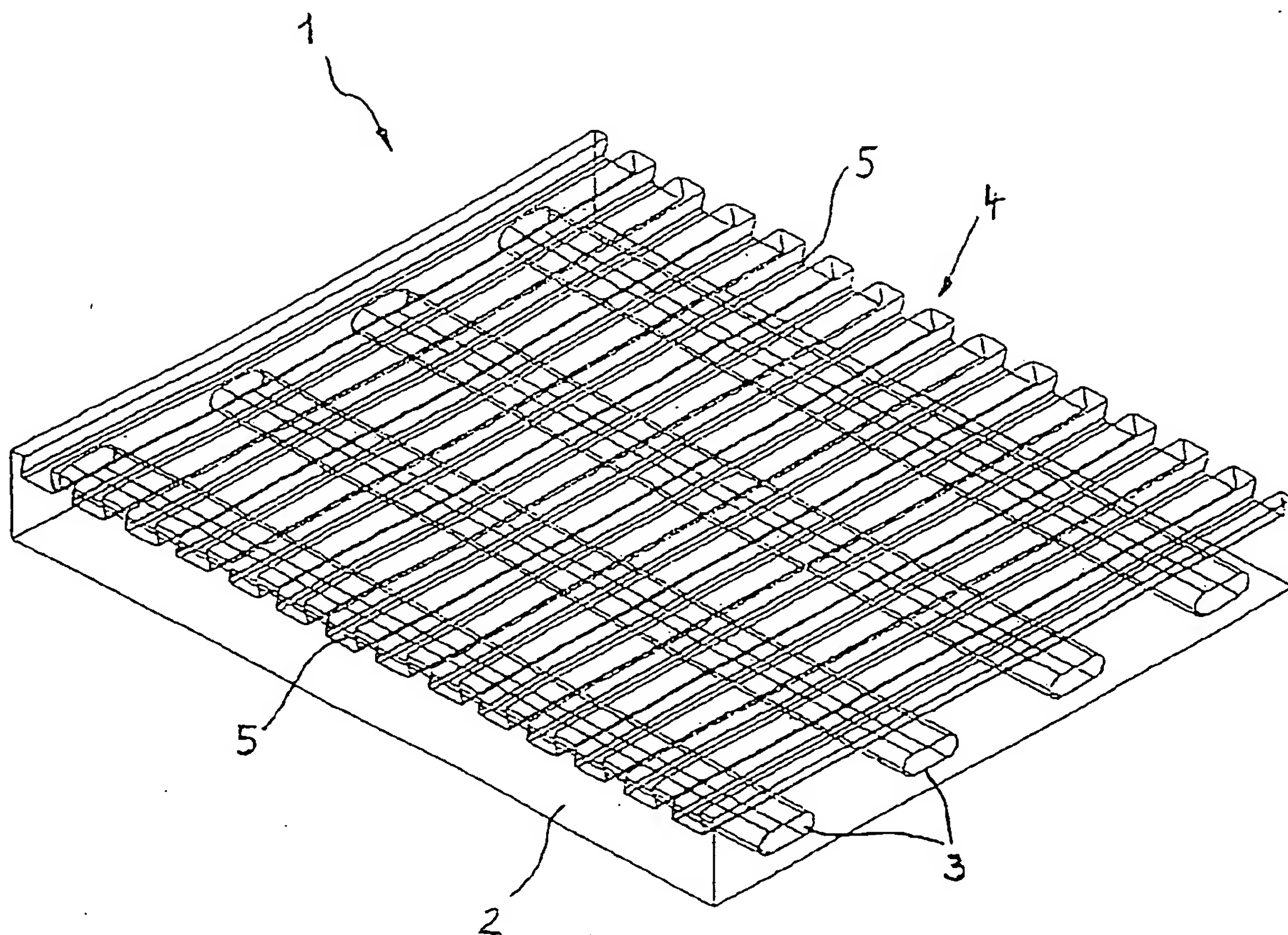
6. Verfahren nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** in den Rohblock (6) oder in den Plattenkörper (2) vor dem Erreichen der Enddicke ( $D_2$ ) Kanäle (7) mit kreisrunden Querschnitten ( $Q_1$ ) eingebracht und bei der Reduzierung des Plattenkörpers (2) auf die Enddicke ( $D_2$ ) die Kanäle (7) mit kreisrunden Querschnitten ( $Q_1$ ) zu Kühlmittelkanälen (3) mit ovalen Querschnitten ( $Q_2$ ) verformt werden.

7. Verfahren nach Patentanspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** zunächst ein Rohblock (6) durch Kaltwalzen hinsichtlich seiner Ausgangsdicke ( $D_1$ ) reduziert wird, danach in den in der Dicke reduzierten Rohblock (6) Kanäle (7) mit kreisrunden Querschnitten ( $Q_1$ ) eingebracht werden, und der in der Dicke verringerte und mit Kanälen (7) kreisrunden Querschnitts ( $Q_1$ ) versehene Rohblock (6) letztlich durch Warmwalzen auf die Enddicke ( $D_2$ ) des Plattenkörpers (2) unter Verformung der Kanäle (7) zu Kühlmittelkanälen (3) mit ovalen Querschnitten ( $Q_2$ ) reduziert wird.

8. Verfahren nach einem der Patentansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** Kanäle (7) mit kreisrunden Querschnitten ( $Q_1$ ) in den Rohblock (6) oder in den Plattenkörper (2) mechanisch tiefgebohrt werden.

9. Verfahren nach einem der Patentansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** Kanäle (7) in den Rohblock (6) eingegossen werden.





**Fig. 1**

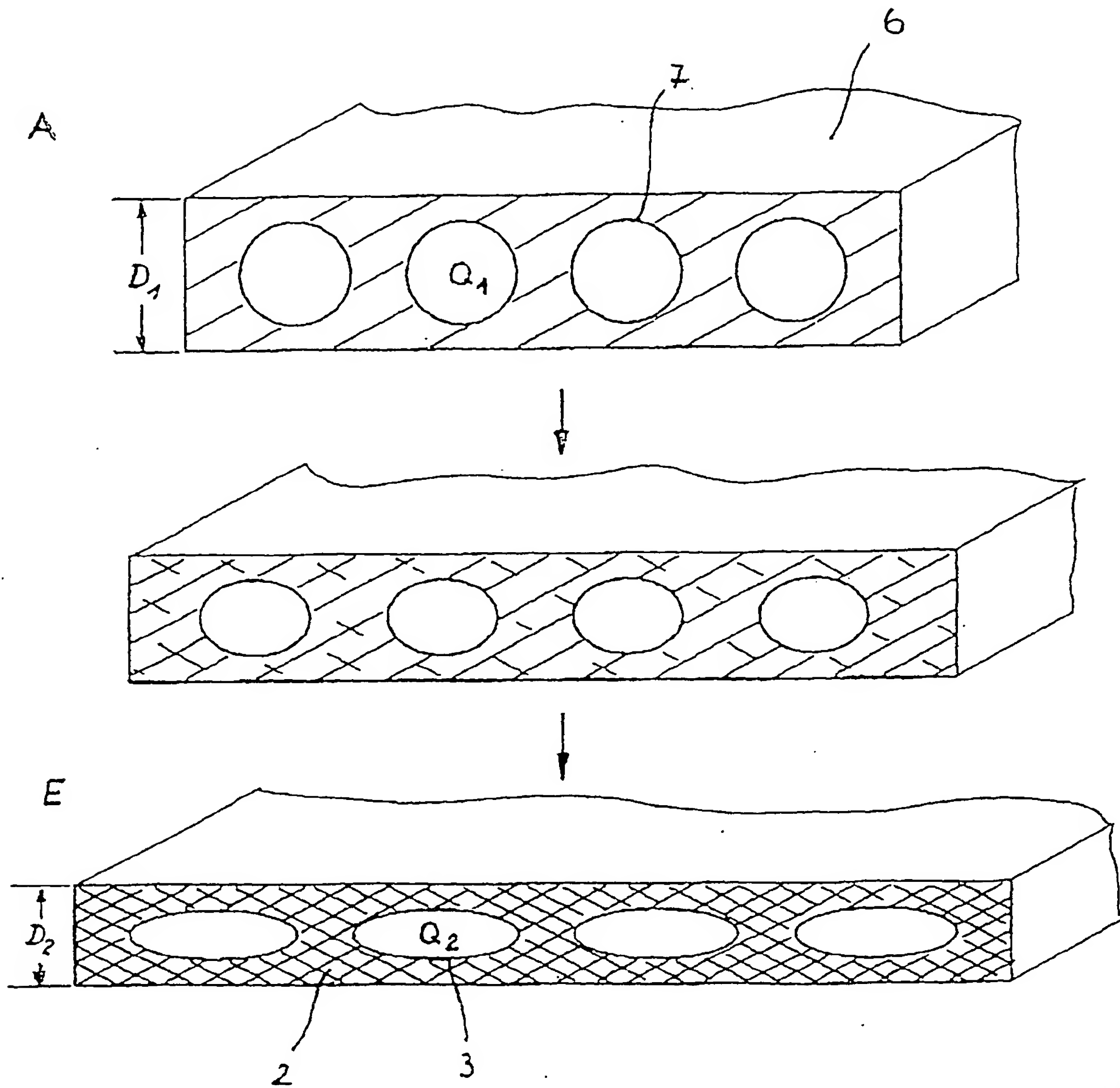


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 10 9911

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 98 30345 A (PAUL WURTH) 16. Juli 1998 (1998-07-16) * Seite 3, Zeile 9 - Seite 4, Zeile 9; Ansprüche 1-11 *	1-9	C21B7/10 F27B1/24 F27D1/12
A	EP 0 144 578 A (M.A.N. MASCHINENFABRIK) 19. Juni 1985 (1985-06-19) * Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-5 *	3,5,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			C21B F27B F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenon		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		28. August 2001	Elsen, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

BEST AVAILABLE COPY

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 10 9911

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-08-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9830345 A	16-07-1998	LU 90003 A	09-07-1998
		LU 90146 A	30-03-1999
		AT 203941 T	15-08-2001
		AU 6207198 A	03-08-1998
		BR 9806859 A	18-04-2000
		EP 0951371 A	27-10-1999
		PL 334628 A	13-03-2000
		ZA 9800076 A	08-07-1998
EP 144578 A	19-06-1985	DE 3339734 C	14-03-1985
		AT 35287 T	15-07-1988
		DE 3472272 D	28-07-1988

BEST AVAILABLE COPY

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82